Lane Medical Library

Aus dem physiologischen Institut zu Jena.

Ueber

die electromotorischen Wirkungen der Magenschleimhaut.

Inaugural-Dissertation

der

medicinischen Facultät der Universität Jena

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

vorgelegt von

F. Bohlen
aus Bremen.

Bonn, 1894.
Separat-Abdruck aus dem Archiv für die ges. Physiologie Bd. 57.
Verlag von Emil Strauss.

Genehmigt von der medicinischen Fakultät der Universität Jena auf Antrag des Herrn Prof. Dr. Biedermann.

Jena, den 9. Juni 1894.

Prof. Dr. Binswanger,
d. Z. Dekan der med. Fakultät.

Durch die Untersuchungen von Rosenthal[1]) wurde es bekannt, dass die Magenschleimhaut des Frosches in derselben gesetzmässigen Weise electromotorisch wirksam ist, wie die äussere Haut der Fische und nackten Amphibien, indem bei Ableitung von der freien Innenfläche und der Muscularis ein starker „einsteigender" Strom hervortritt, dessen Beziehung zu den Schlauchdrüsen der Schleimhaut Rosenthal kaum zweifelhaft schien.

Die betreffenden Untersuchungen bezogen sich allein auf den Magen des Frosches und wurden soweit mir bekannt in der Folge nicht wieder aufgenommen. Neuere Beobachtungen über Drüsenströme liessen es wünschenswerth erscheinen, auch die electromotorischen Wirkungen der Magenschleimhaut von den neu gewonnenen Gesichtspunkten aus zu prüfen und insbesondere auch Warmblüter dabei zu berücksichtigen, was nach mancher Richtung hin neue Aufschlüsse zu versprechen schien.

Ich folgte daher gern der Aufforderung des Herrn Professor Biedermann zu der Untersuchung, deren Ergebnisse den Inhalt der vorliegenden Arbeit bilden.

Ueber Drüsenströme an Warmblütern liegen bisher nur die Beobachtungen von W. M. Bayliss und J. R. Bradford[2]) vor, welche sich auf die Speicheldrüsen des Hundes und der Katze beziehen. Der bereits von Hermann und Luchsinger[3]) versuchte Nachweis von Secretionsströmen an den genannten Drüsen

1) Archiv f. Anatomie und Physiologie 1865 und Fortschr. d. Physik. p. 545.

2) Internationale Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. IV. 3. 4 und Journ. of Physiol. VIII. 2.

3) Pflügers Arch. XVIII. p. 471. 1878.

scheint Bayliss und Bradford gelungen zu sein. Sie fanden während der Ruhe die Oberfläche der blossgelegten Submaxillardrüse des Hundes in der Regel negativ gegen den Hilus. Die electromotorische Kraft dieses „Ruhestromes", welcher nicht etwa der verletzten Umgebung (Muskeln), sondern hauptsächlich der Drüse selbst zuzuschreiben ist, wechselt innerhalb weiter Grenzen bei verschiedenen Individuen, wie auch bei einem und demselben Thier zu verschiedenen Zeiten. Es scheint, dass wechselnde Zustände der Drüse dabei die wesentlichste Rolle spielen. Dafür spricht der Umstand, dass nicht nur eine vorhergehende Reizung der Drüsennerven, sondern auch Atropinvergiftung zu dauernden Veränderungen des Ruhestromes führt. Die Richtung des letzteren ist bei der Submaxillaris der Katze viel wechselnder und zwar in der Mehrzahl der Fälle entgegengesetzt wie beim Hunde (Oberfläche positiv zum Hilus). Bei der weitgehenden morphologischen Uebereinstimmung der gleichnamigen Speicheldrüsen des Hundes und der Katze ist diese Thatsache um so auffallender, als der „Ruhestrom" der zu den „serösen" Drüsen gehörigen Parotis des Hundes hinsichtlich seiner Richtung mit dem der Submaxillaris desselben Thieres meist übereinstimmt.

Es wird hierdurch wahrscheinlich, dass für die zu beobachtenden Spannungsdifferenzen funktionelle Verschiedenheiten der Drüsen von massgebender Bedeutung sind. In gleichem Sinne spricht auch das Verhalten der „Actionsströme" bei Reizung der secretorischen Nerven.

Nach Compensation des Ruhestromes bewirkt Reizung der Chordafasern beim Hunde stets ein Negativwerden der äusseren Oberfläche der Submaxillardrüse. Sehr oft ist der Verlauf dieser Schwankung durch eine gegensinnige, zweite Phase unterbrochen, die sich bisweilen nur durch eine Verzögerung oder einen vorübergehenden Stillstand der Ablenkung verräth und manchmal durch die erste wesentlich stärkere Hauptphase ganz verdeckt wird. Die Ablenkung beginnt nach einem kurzen Latenzstadium, ehe noch Sekret im Gange erscheint und bildet bei schwacher Reizung überhaupt den einzigen Erfolg.

Auch Reizung des Halssympathicus hat beim Hunde stets electromotorische Wirkungen der Unterkieferdrüse zur Folge, die aber gegenüber den eben besprochenen durch geringere Stärke, grössere Latenzperiode und der Hauptphase bei Chordareizung ent-

gegengesetzt Zeichen der einsinnigen Schwankung (Oberfläche positiv zum Hilus) ausgezeichnet sind.

An der gleichnamigen Drüse der Katze tritt bei Chordareizung umgekehrt wie beim Hunde die zweite Phase (Oberfläche + zum Hilus) in der Regel stärker hervor. Es bestehen nach Bayliss und Bradford unverkennbar nahe Beziehungen zwischen der Stärke der beiden Phasen und der Beschaffenheit des von der Drüse gelieferten Secretes, indem sich regelmässig zeigt, dass die erste Phase bei reichlichem wässerigem Secret, die zweite dagegen bei spärlicher, dabei aber sehr mucinreicher Absonderung überwiegt, beziehungsweise allein hervortritt. Die beobachteten Unterschiede im electrischen Verhalten der Submaxillardrüse des Hundes und der Katze würden sich daher durch die in der That vorhandenen Verschiedenheiten des in beiden Fällen bei Chordareizung gelieferten Secretes erklären lassen, das beim Hunde stets wässeriger ist als bei der Katze.

Während beim Hunde die Sympathicusreizung nur sehr geringe Mengen eines äusserst zähen Secretes liefert, ist der Sympathicusspeichel der Katze reichlich und dünnflüssig. Dem entsprechend sind die elektrischen Veränderungen ersteren Falles gering und im Sinne der zweiten Phase, letzterenfalls dagegen viel bedeutender und meist sogar die Wirkung der Chordareizung übertreffend. Eine wesentliche Mitbetheiligung der gleichzeitigen vasomotorischen Wirkungen an den beobachteten galvanischen Erscheinungen halten Bayliss und Bradford durch die Atropinvergiftung für ausgeschlossen, welche die Gefässveränderungen nicht beeinträchtigt, während die secretorischen und electrischen Wirkungen dadurch meist rasch vernichtet oder doch wesentlich beeinflusst werden.

Dagegen scheinen die Vorgänge bei der Wasserabsonderung mit den elektrischen Reizerfolgen eng verknüpft zu sein. Dies ergiebt sich zweifellos aus dem schon hervorgehobenen Umstande, dass die Menge und Beschaffenheit des Secretes auch zugleich die Grösse und Art (Phase) der zu beobachtenden electrischen Schwankung bestimmt.

Eine weitere Stütze erfährt diese Anschauung auch durch die Beobachtungen Biedermanns an ein- und mehrzelligen Schleimdrüsen niederer Wirbelthiere[1]).

1) Pflüger's Archiv Bd. 54. 1893. p. 209 ff.

Erwähnenswerth ist in dieser Beziehung auch noch eine Beobachtung der früher genannten englischen Forscher an der Submaxillaris und Parotis des Hundes. In der Regel bewirkt Reizung des Sympathicus keine merkliche Absonderung der letztgenannten Drüse und liefert auch nur wenige Tropfen eines zähen Submaxillarspeichels. Unter gewissen Umständen jedoch, besonders nach oft wiederholter Reizung der cerebralen Drüsennerven tritt eine reichlichere Secretion ein und dementsprechend ändern sich auch sofort die elektromotorischen Wirkungen. Während in der Regel die Oberfläche beider Drüsen durch Sympathicusreizung positiv zum Hilus wird, tritt in den erwähnten Ausnahmefällen eine gegensinnige Schwankung hervor, welche bei der Reizung der cerebralen Drüsennerven allein auftritt oder dort als (erste Phase) bedeutend überwiegt. Bradford[1]) ist daher geneigt, die erst erwähnte elektrische Veränderung (zweite Phase) mit der Bildung der organischen Bestandtheile des Speichels in ursächlichen Zusammenhang zu bringen, während die gegensinnige meist stärkere Schwankung durch die Vorgänge der Wasserabsonderung bedingt wäre.

Auch meine eigenen Beobachtungen über das galvanische Verhalten der Magenschleimhaut bei Kalt- und Warmblütern können, wie sich zeigen wird, als eine Bestätigung der erwähnten Anschauungen gelten.

Die nächstliegende Frage, welche sich bei Untersuchung der electromotorischen Wirkungen des Magens aufdrängt, ist zweifellos die, welche Elemente der Schleimhaut eigentlich dafür verantwortlich zu machen sind. Von vornherein sind offenbar zwei Möglichkeiten gegeben; einmal kann man, wie bisher wohl ziemlich allgemein angenommen wurde, an die mehrzelligen Schlauchdrüsen (Fundus- und Pylorusdrüsen) denken, andererseits an das Oberflächenepithel. Dieses letztere besteht bekanntlich aus einer einfachen Lage schleimproducirender Cylinderzellen, deren Bau in mancher Beziehung an den der „Becherzellen“ erinnert. Da nun diese letzteren zweifellos electromotorisch wirksame Elemente darstellen, wie durch die vorliegenden Untersuchungen hinlänglich bewiesen erscheint, so ist von vorneherein die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit zuzugeben, dass der beobachtete einsteigende Strom der Magenschleimhaut sich aus mindestens zwei Componenten zusammensetzt.

1) Journal of Physiologie VIII. 2. p. 86.

Wenn es richtig ist, dass eine Zelle nur dann electromotorisch zu wirken vermag, wenn der Chemismus derselben an zwei Stellen verschieden ist, was sich unter Umständen schon histologisch ausprägt, wie gerade bei Becherzellen, so muss es fraglich erscheinen, ob dies bei den Zellen der Labdrüsen des Magens vorausgesetzt werden kann, indem dieselben, wenigstens beim Frosch, wo nur einerlei Zellen vorkommen, ein durchaus gleichartiges Aussehen zeigen. Man konnte sogar auf den Gedanken kommen, dem Oberflächenepithel weitaus die wichtigste Rolle bei der electrischen Wirkung der Magenschleimhaut zuzuschreiben, während die eigentlichen Drüsen nur in untergeordneter Weise betheiligt sind.

Um womöglich die Frage zu entscheiden, habe ich eine Reihe von Versuchen zunächst am Frosch ausgeführt, deren Ziel es war, einen eventuellen Einfluss der verdauenden Thätigkeit des Magens auf dessen electromotorische Wirkungen nachzuweisen. Hängen diese letzteren wirklich von den Labdrüsen ab, so durfte man erwarten, eine wesentliche Aenderung im nüchternen Zustand und während der Verdauung zu finden. Ehe ich hierauf näher eingehe, wird es aber erforderlich sein, einige nähere Angaben über den „Ruhestrom“ und die Art der Ableitung desselben zu machen.

Als stromprüfendes Werkzeug stand mir eine Wiedemann'sche Bussole mit aperiodisch schwingendem Magneten zur Verfügung, deren Empfindlichkeit dieselbe war, wie bei den Versuchen von Biedermann. Die Ableitung erfolgte durch unpolarisirbare Pinsel-Electroden. Zur Compensation der bisweilen ausserordentlich kräftigen Ströme diente ein runder Compensator mit 1 Daniell'schen Element. Als Versuchsobjekt dienten zunächst ausschliesslich im Herbst gefangene Temporarien, welche in einem ungeheizten, aber frostfreien Raume gehalten wurden. Einige Stunden vor dem Versuche wurden dieselben in ein erwärmtes Zimmer in die Nähe des Ofens gebracht, da, wie ich bald bemerkte, die kalten Thiere einen erheblich geringeren Magenstrom lieferten. Die Richtung desselben war ausnahmslos einsteigend.

Nach Tödtung des Thieres wurde der Magen mit möglichster Vorsicht, um jede Verletzung zu vermeiden, aus dem Körper entfernt und der Länge nach aufgeschnitten auf einem Block von Kochsalzthon ausgebreitet, so dass die Schleimhaut völlig frei lag.

Die Ableitung erfolgte dann einmal vom Thonblock, andererseits direkt von der Schleimhaut. Unter diesen Umständen war die Ablenkung des Magneten nur selten so stark, dass die Scala aus dem Gesichtsfeld verschwand und oft betrug sie sogar nur wenige Scalentheile. Unter gewissen, später noch zu besprechenden Umständen kann der Schleimhautstrom eine ungewöhnliche Intensität erreichen, so dass die Scala weit aus dem Gesichtsfelde fliegt.

In der Regel zeigt der Strom mehr oder weniger ausgeprägte Schwankungen nach der einen oder anderen Richtung hin, so dass das Scalenbild nach der Compensation kaum je ganz ruhig steht. Diese bald im Sinne der Verstärkung, bald der Schwächung auftretenden Oscillationen erstrecken sich über 5—10 Scalentheile und erinnern sehr an die gleiche Erscheinung an der Schleimhaut der Froschzunge.

Einen bedeutenden Einfluss übt, wie schon erwähnt, die Temperatur auf die Stärke der electromotorischen Wirksamkeit der Magenschleimhaut aus. Ausnahmsweise findet man an Präparaten stark abgekühlter Thiere den Strom sogar verkehrt („aussteigend"). Stets aber ist in diesem Falle auch die Ablenkung im Sinne eines normalen Stromes eine wesentlich kleinere, als an Präparaten von Warmfröschen.

Bewahrt man die Schleimhaut abgekühlter Thiere längere Zeit in der Wärme in einer feuchten Kammer auf, so wird der einsteigende Strom immer stärker, ein aussteigender kehrt sich um.

Gerade entgegengesetzt verhält sich Alles bei Einwirkung der Kälte auf ein vorher erwärmtes Präparat. Auch hier finden wir also eine vollkommene Uebereinstimmung mit dem Verhalten des Zungenstromes unter analogen Bedingungen. Dies gilt auch bezüglich der Einwirkung der Anästhetica (Aether, Chloroform).

Um dies zu prüfen wurde das auf dem Thonblock befindliche, nicht zu feuchte Präparat in eine feuchte Kammer gebracht und die betreffenden Substanzen in Dampfform eingeleitet. Schon nach kurzer Zeit zeigt sich dann eine erhebliche Schwächung des einsteigenden Stromes, die, wenn sie nicht zu weit ging, durch Zuleiten reiner Luft wieder beseitigt werden kann.

Auch hinsichtlich der Erfolge vermehrter Wasserzufuhr (Quellung), sowie durch Kochsalzlösungen von entsprechender Concentration bewirkter Wasserentziehung stimmen meine Beobachtungen

am Froschmagen durchaus mit den Erfahrungen Biedermanns an der Zunge überein.

Wesentlich verschieden zeigt sich dagegen die Wirkung mechanischer Reizung der Schleimhaut in beiden Fällen. Erweist sich hierfür schon die Rachen- und Cloakenschleimhaut weit weniger empfindlich als die der Zunge, so gilt das doch noch in viel höherem Grade vom Magen. Es kann daher die geringe Stärke des Stromes in einem gegebenen Falle auch nicht wohl auf die mechanischen Insulte bei Herstellung des Präparates bezogen werden, wie dies wohl bei der Zunge oft möglich erscheint.

Auch direkte electrische Reizung mittels inducirter Wechselströme wirkt erst bei hoher Intensität der letzteren. Die beiden Platinelectroden wurden hierbei so angelegt, dass die von der Schleimhaut ableitende Pinselelectrode zwischen ihnen Platz fand, während die andere den Thonblock berührte. Es erfolgt dann bei hinreichender Annäherung der beiden Rollen des Inductionsapparates nach Schliessung des sekundären Kreises zunächst eine geringe Ablenkung im Sinne einer Verstärkung des ursprünglichen Stromes (+ Schwankung), worauf regelmässig eine stärkere negative Schwankung eintritt. Die erforderliche Stromstärke wechselt sehr, je nach der Beschaffenheit des Präparates; bisweilen genügt ein Rollenabstand von 160 mm, um den gewünschten Effekt zu erzielen, andernfalls war es nöthig, die Rollen weit mehr zu nähern.

Die ursprüngliche Stärke des Schleimhautstromes ist auch hier für die Grösse des Erfolges von ausschlaggebender Bedeutung, indem die der negativen Schwankung entsprechende Ablenkung so zu sagen im direkten Verhältniss zur electromotorischen Kraft der Präparate steht.

Umgekehrt verhält sich die positive Vorschwankung, deren Grösse im allgemeinen wächst, wenn die Stärke des einsteigenden Magenstromes abnimmt. Bei kurzer Reizdauer stellt sich immer bald der ursprüngliche Strom wieder her, so dass man den Versuch mit gleichem Erfolge mehrmals hintereinander wiederholen kann.

Dauert die einzelne Reizung, während deren die Ablenkung in der Regel ganz constant bleibt, länger, so macht sich gewöhnlich eine geringe negative Nachwirkung bemerkbar.

Wenn die electromotorischen Wirkungen des Magens der

Hauptsache nach auf die in der Schleimhaut gelegenen Drüsen zurückzuführen wären, für welche Annahme die bisher besprochenen Versuche allerdings keinerlei sichere Anhaltspunkte bieten, so würde von vornherein anzunehmen sein, dass der Verdauung ein bedeutender Einfluss auf die jeweilige Stromstärke zukommt.

Die Versuche, die ich in dieser Richtung am Frosche anstellte, hatten denn in der That auch Erfolg, wenn auch nicht in dem Sinne, wie man vielleicht unter den obigen Voraussetzungen hätte erwarten sollen. Natürlich kann hier nur insoweit von Erfolgen die Rede sein, als die Resultate ganz augenfällige sind und das individuelle Mass der Stromschwankung weit übersteigen.

Die Magenverdauung hatte bei den Fröschen, an denen ich experimentirte, seit dem Herbst, also 2—3 Monate, gänzlich sistirt und es scheint, dass sie überhaupt während der physiologischen Ruheperiode im Winter nicht in einer völlig normalen Weise erfolgt, auch wenn man die Thiere künstlich füttert, da spontane Nahrungsaufnahme während dieser ganzen Zeit verweigert wird, selbst wenn man für eine gleichmässig höhere Aussentemperatur sorgt. Erst bei Beginn des Frühlings fangen die Frösche wieder an selbst zu fressen. Gleichwohl lieferten meine Versuche wenigstens in gewisser Richtung ein eindeutiges Resultat.

In erster Linie fütterte ich eine Anzahl Frösche mit Fleisch, setzte sie dann einen Tag lang in die Nähe des Ofens und untersuchte den Strom. Einige Thiere wurden zur Controle ungefüttert in demselben Gefäss gehalten.

Der Schleimhautstrom war bei den gefütterten Thieren stets geringer als bei den ungefütterten; während bei diesen der Strom die Scala oft weit aus dem Gesichtsfelde warf, wurde bei jenen in der Regel nur eine Ableitung von wenigen Scalentheilen erzielt, ja in einem Falle wurde sogar ein umgekehrter (aussteigender) Strom beobachtet.

Bei Versuchen, welche Prof. Biedermann im vergangenen Sommer in derselben Richtung anstellte, hatte sich ergeben, dass zwar auch dann Fütterung mit Fleisch in der Regel keine erhebliche Verstärkung des normalen einsteigenden Stromes machte, dagegen zeigten sich regelmässig sehr starke electromotorische Wirkungen, wenn der Magen frisch gefangener Thiere mit hartschaligen Insekten gefüllt war. Es scheint demnach, dass der mechanische Reiz, welchen an sich unverdauliche Substan-

zen auf die Oberfläche der Schleimhaut ausüben, deren electromotorische Wirkungen ganz wesentlich steigert. Diese Vermuthung wurde denn auch durch Versuche bestätigt, bei welchen der Magen mit kantigen Steinchen und anderen unverdaulichen Substanzen gefüllt wurde. Der Strom war dann in der Regel so kräftig, dass die Scala rasch aus dem Gesichtsfeld flog.

Dass dies auch bei Winterfröschen, wenngleich wie es scheint, nicht in gleichem Grade gilt, zeigen die Resultate einer zweiten Versuchsreihe, bei welcher ich im November den Thieren unverdauliche Substanzen (kleine Steinchen, Papierschnitzel etc.) in den Magen brachte. Auch diese Thiere hielt ich etwa 24 Stunden in der Nähe des Ofens. Es zeigte sich, dass der Strom der Magenschleimhaut sehr viel, oft um das 3—4fache, stärker war, als bei den nicht gefütterten Controlthieren. Die Schleimsecretion war in allen diesen Fällen immer eine sehr auffallende.

Herr Dr. Matthes, welcher zur selben Zeit die von Fleiner[1]) vorgeschlagene Methode, Reizerscheinungen des Magens mit grossen Dosen Wismuth zu behandeln, prüfte, machte mich in dankenswerther Weise darauf aufmerksam, dass Bismuthum subnitricum bei Fröschen und Warmblütern eine enorme Schleimsekretion hervorzurufen im Stande ist. Das weisse Pulver des genannten Präparates zeigt unter dem Mikroskop eine Menge von kleinen, scharfkantigen Kryställchen, die sehr wohl geeignet sein dürften, die Magenschleimhaut mechanisch zu reizen.

Die Wirkung auf den Strom derselben war nun in der That eine so eclatante, dass sie in der Regel die durch Fütterung mit Steinchen erzielte, weit hinter sich zurückliess, so dass man wohl berechtigt ist, dieselbe als eine geradezu specifische zu bezeichnen.

Die stark vermehrte Schleimabsonderung erstreckte sich bei weiterem Vordringen des Wismuths auch auf den Darm und machte sich schliesslich auch in der Cloake geltend, deren Strom dem reichlichen schleimigen Inhalt entsprechend ebenfalls sehr verstärkt erschien.

Wenn durch Biedermanns Versuche an der Zunge-, Rachen- und Cloakenschleimhaut des Frosches der Zusammenhang

---

1) Centralblatt f. innere Medicin. 1894. No. I.

zwischen Schleimbildung und electromotorischer Wirksamkeit als sicher erwiesen gelten darf, so scheinen die eben berichteten Erfahrungen darauf hinzuweisen, dass auch der Strom der Magenschleimhaut nicht sowohl auf die eigentlichen Verdauungsdrüsen, sondern in erster Linie auf das schleimproducirende Oberflächenepithel zurückzuführen sein dürfte, wobei es freilich zunächst dahin gestellt bleiben muss, ob und in welchem Grade auch jene betheiligt erscheinen.

Nach Versuchen von Ch. Coutejean[1]) über die Innervation des Magens der Batrachier soll die Schleimbildung durch Reizung des N. vagus sehr bedeutend verstärkt werden und es wäre somit auch eine deutlich ausgeprägte galvanische Veränderung als Reizerfolg zu erwarten gewesen.

Bei meinen mit Bezug auf diese Frage angestellten Versuchen bediente ich mich, um die Ableitung vom völlig unversehrten Magen zu ermöglichen, des folgenden Verfahrens. Ein Frosch wurde möglichst schwach (nur eben bis zur Bewegungslosigkeit) curarisirt; hierauf wurde der Vagus in üblicher Weise präparirt und eine dicke Glascanüle durch den Oesophagus bis in den oberen Theil des Magens vorgeschoben; es konnte dann leicht der Magen sowie die Canüle mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllt werden, welche nun ihrerseits die Ableitung von der ganzen Innenfläche der Schleimhaut vermittelte, wenn die eine Pinselelektrode in das obere freie Ende der Canüle tauchte, während die andere die Aussenfläche des Magens ableitend berührte.

Wurde nun der genannte Nerv mit Inductionsströmen tetanisirend gereizt, so erfolgte nach einem kurzen Latenzstadium regelmässig eine einsinnige positive Schwankung des einsteigenden Stromes, deren Grösse bei verschiedenen Präparaten innerhalb ziemlich weiter Grenzen wechselte, aber niemals einen sehr beträchtlichen Grad erreichte.

Ob es sich hierbei um eine von den Schlauchdrüsen herrührende Wirkung handelt oder um Veränderungen innerhalb der Zelle des Oberflächenepithels, wird sich schwer mit Sicherheit entscheiden lassen.

Zu Gunsten der ersterwähnten Annahme liesse sich vielleicht

1) Compt. rend. CXIII. 3. p. 150.

anführen, dass nach allen bisherigen Erfahrungen über directe oder indirecte Reizung ein- und mehrzelliger Schleimdrüsen unter den gegebenen Verhältnissen eher eine negative als positive Schwankung zu erwarten gewesen wäre; ausserdem ist es von vorneherein nicht eben wahrscheinlich, dass das Cylinderepithel der Oberfläche der Schleimhaut vom Vagus aus direct innervirt sein sollte, auch war ich nicht in der Lage, die erwähnten Beobachtungen Contejean's über verstärkte Schleimabsonderung zu bestätigen.

Mit Rücksicht auf die Frage nach dem Einfluss des N. vagus auf die electrischen Wirkungen des Magens, sowie in mancher anderen Beziehung schienen Versuche an den so sehr viel empfindlicheren Geweben der Warmblüter von grösstem Interesse zu sein. Freilich sind aber auch hier die Schwierigkeiten der Untersuchung und ist vor allem die Zahl der Fehlerquellen viel grösser als dort.

Ich benutzte bei meinen Versuchen Kaninchen, Meerschweinchen und weisse Ratten. Die Thiere wurden vor dem Versuch fast immer mit Chloral in mässigem Grade narkotisirt. Wenn auch, wie spätere Erfahrungen lehrten, die electromotorischen Wirkungen des Magens durch grössere Dosen von Chloral erheblich geschwächt werden, so handelt es sich bei geringeren Gaben doch nur um verhältnissmässig geringfügige quantitative Aenderungen.

Der „Ruhestrom" wurde in der Regel in folgender Weise abgeleitet:

Dem in Rückenlage fixirten Thier wurde die Bauchhöhle durch einen unterhalb des Processus xyphoides verlaufenden Querschnitt möglichst breit, namentlich nach links hin geöffnet, worauf an einer beliebigen Stelle des blossliegenden, bei Kaninchen und Meerschweinchen bekanntlich stets mit Futtermassen mehr oder weniger reichlich gefüllten Magens ein Loch in solcher Ausdehnung geschnitten wurde, dass eine durch einen Thonpfropf unten verschlossene unpolarisirbare Röhrenelectrode durch den Schlitz eben eingeschoben werden konnte. Die andere mit einem Pinsel versehene Electrode wurde der Aussenfläche des Magens angelegt. In diesem Falle erfolgt, wie man sieht, die Ableitung von der Schleimhaut unter Vermittelung der den Magen erfüllenden Futtermassen, sodass gewisse Einwände sehr naheliegend erscheinen.

Zunächst war daran zu denken, ob nicht durch die Erwärmung der immer ziemlich tief in das Innere des Magens vorgeschobenen einen Electrode Anlass zur Entstehung von Thermoströmen gegeben wird, während andererseits durch den Mageninhalt selbst Spannungsdifferenzen verursacht werden könnten, die das Resultat der Beobachtung in unberechenbarer Weise zu trüben im Stande wären.

Was zunächst die erste Frage angeht, so überzeugt man sich leicht, dass die durch den Temperaturunterschied eventuell entstehenden Ströme nicht in Betracht kommen gegenüber den oft gewaltigen Wirkungen des physiologischen Schleimhautstromes. Die zweite Frage erledigt sich durch die Beobachtung, das fast unmittelbar nach dem Tode des Thieres ein Absinken der electromotorischen Kraft eintritt, das bald zu einer Umkehr des Stromes führt, dann aber auch dadurch, dass der Strom in gleicher Weise und in derselben Intensität hervortritt, wenn man entweder den Magen ausräumt und ausspült und direct von der Oberfläche der Schleimhaut ableitet, oder wenn der Magen an sich schon leer ist, was man bei Ratten leicht durch einige Hungertage erreicht.

Wie beim Frosch schwankt auch beim Warmblüter die Intensität des Ruhestromes individuell innerhalb weiter Grenzen. Bisweilen, ja in der Regel ist derselbe so stark, dass die Scala weit aus dem Gesichtsfelde getrieben wird; in andern Fällen wieder beobachtet man nur Ablenkungen von wenigen Scalentheilen. Fast immer treten auch hier Oscillationen auf, deren Grösse jene des Magenstromes meist erheblich übertrifft.

In sehr auffallender Weise beeinflusst beim Säugethier eine tiefe Narkose die Stärke des Stromes der Magenschleimhaut. Mit einiger Vorsicht gelingt es bei Anwendung von Chloroform oder Aether denselben soweit zu schwächen, dass die Ablenkung kaum 10 Scalentheile beträgt. Es ist dann immer eine längere Zeit erforderlich, um den Strom wieder auf seine frühere Höhe zu bringen. Ob es sich dabei um eine directe oder indirect vermittelte Wirkung handelt, soll hier zunächst nicht weiter erörtert werden.

Um den Einfluss der Verdauung auf die electromotorische Wirksamkeit der Magenschleimhaut zu untersuchen, sind Kaninchen im Allgemeinen sehr wenig geeignete Versuchsthiere. Besser gelingt dies schon bei Benützung von Ratten. Während der Ver-

dauung scheint hier stets eine erhebliche Verminderung der Stromstärke einzutreten, die durchaus die individuellen Grenzen der Schwankungen überschreitet. Untersucht man zwei Ratten, von denen die eine nüchtern ist, während die andere kurz vorher gefressen hat, so zeigt der Magen der ersteren immer einen wesentlich stärkeren Strom. Ebenso ist der Strom bei einer Ratte, welche sich am Ende der Verdauungsthätigkeit befindet sehr viel stärker als bei einer solchen, die kurz vorher reichlich gefressen hat. Bei einer der Ratten fand ich den Magen mit Papierschnitzeln angefüllt. Der Strom war in diesem Falle wie unter gleichen Verhältnissen beim Frosch von ungewöhnlicher Stärke. Leider ist es mir nicht geglückt, den Versuch in beabsichtigter Weise zu wiederholen. Oft aber habe ich Ratten und Kaninchen mit Wismuth gefüttert und konnte, wenn 2—5 gr in Emulsion bei leerem oder gefülltem Magen beigebracht worden waren, immer eine sehr ausgesprochene Steigerung des normalen einsteigenden Stromes constatiren, die ersteren Falles noch deutlicher hervortrat.

Um das Wismuth einzuführen, bediente ich mich eines Glasröhrchens, das in leichter Narkose in den Oesophagus vorgeschoben und durch welches dann die Emulsion eingegossen wurde. Es ist zweckmässig, die Thiere (Ratten) vorher erst einige Tage hungern zu lassen, da sonst das Wismuth sich mit dem meist ziemlich dünnflüssigen Speisebrei mischt und dann die (mechanische) Reizwirkung auf die Magenschleimhaut nicht voll zur Geltung kommt. Die Untersuchung erfolgte in der Regel 6—8 Stunden nach Verabreichung des Wismuths. Den Sectionsbefund bei mit Wismuth gefütterten Kaninchen beschreibt O. Fischer[1]) folgendermassen: „Der Magenwand haftet ganz gleichmässig ein zähes, schleimiges, hellgraues Gemisch überall an. Dieses Gemisch giebt bei der chemischen Prüfung eine sehr intensive Wismuthreaktion, sodass also die Hauptmenge des Wismuth nicht sich dem Mageninhalte beigemischt hatte, sondern in dem Magenschleim, der bei Kaninchen häufig die Contenta des Magens umhüllt zu finden war".

Meine eigenen Beobachtungen stimmen hiermit vollständig überein. Als wesentlich ist die starke Vermehrung der Schleim-

1) Klinisches und Experimentelles über die Wismuthbehandlung der Magenkrankheiten nach Fleiner (Inaugur. Dissertation Jena 1893).

secretion hervorzuheben, mit der wie beim Frosch eine ganz auffallende Steigerung der electromotorischen Wirkung Hand in Hand geht. Mit besonderem Interesse dürfte man dem Resultate der Versuche über indirecte Reizung des Magens vom Vagus aus entgegensehen; schienen dieselben doch Aussicht zu bieten, die oft und vielfach behandelte Frage nach der Existenz secretorischer Fasern leicht und sicher zu entscheiden. Wenn man sich der ausserordentlichen Empfindlichkeit gerade der galvanischen Reaction mancher Drüsen (der Haut, Zunge) bei directer oder indirecter Reizung erinnert, so dürfte man jene Hoffnung kaum als eine zu kühne bezeichnen. Freilich wurden die Erwartungen schon erheblich durch das im Ganzen wenig auffallende Ergebniss der entsprechenden Versuche am Froschmagen herabgedrückt, über welche oben bereits berichtet worden ist. Um so überraschender erscheint daher auf den ersten Blick das regelmässige Ergebniss der Vagusreizung beim Warmblüter.

Der eine oder andere Vagus wurde zu diesem Zweck am Halse präparirt und in üblicher Weise mit Inductionsströmen gereizt, die Ableitung des Stromes erfolgte in der bereits beschriebenen Art.

Gleich nach Beginn der Reizung zeigt der normale einsteigende Strom eine mehr oder weniger starke positive Schwankung, die sehr rasch in eine negative umschlägt, welche nun ihrerseits so stark werden kann, dass der Strom nicht nur bis auf Null sinkt, sondern sich bisweilen sogar umkehrt, wobei der aussteigende Strom unter Umständen die Stärke der ursprünglichen einsteigenden erreichte.

Es zeigte sich sehr bald, dass es sich hier nicht, wie man auf den ersten Blick glauben könnte, um eine Wirkung secretorischer Nerven, sondern vor Allem um eine Folgeerscheinung der durch die Verlangsamung, resp. den Stillstand des Herzens bedingten Circulationsstörung, in erster Linie also wohl der starken Blutdrucksenkung handelt. Durch gleichzeitige Verzeichnung des Blutdruckes am Kymographion lässt sich leicht constatiren, dass die negative Schwankung des Stromes mit dem genannten Erfolg der Vagusreizung stets Hand in Hand geht. Durch Atropinvergiftung lässt sich bekanntlich die hemmende Wirkung des Vagus

auf das Herz leicht ausschalten. Damit verschwindet aber auch jeder Einfluss der Reizung auf die electromotorischen Wirkungen des Magens.

Beim Frosch war ein ähnlicher Erfolg nie zu beobachten, was nicht Wunder nehmen kann, da ja die Gewebe der Kaltblüter von der Circulation ungleich weniger abhängig sind, als die der Säugethiere.

Wenn der geschilderte Einfluss der Vagusreizung auf die electromotorischen Wirkungen des Magens lediglich durch die damit nothwendig verknüpften Veränderungen des Blutdruckes bedingt ist, so musste es möglich sein auch unabhängig davon Aenderungen des galvanischen Verhaltens durch eine positive oder negative Veränderung des arteriellen Druckes herbeizuführen. Ich nahm bei den darauf abzielenden Versuchen zunächst so viel als möglich davon Abstand, Gifte, wie Amylnitrit, Pilocarpin etc. zu verwenden, da hierdurch die Zellen in irgend einer Weise direct chemisch beeinflusst werden können, was schwer zu kontroliren ist. Der oben beschriebene Chloroformversuch fällt ebenfalls unter diese Kategorie, denn auch hier vermag man zunächst nicht anzugeben, ob das Chloroform dadurch wirkte, dass es den Blutdruck herabsetzt, oder an sich die Lebenseigenschaften der Zellen verändert. Beides ist möglich, wenngleich aus noch zu erwähnenden Gründen das Letztere mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Eine Herabsetzung des Blutdruckes lässt sich unter Anderem dadurch erzielen, dass man dem betreffenden Thier eine grössere Menge Blut entzieht. Dabei kommt aber allerdings in Betracht, dass stärkere Blutentziehungen selbstverständlich auch die normale Ernährung der Gewebe mehr oder weniger beeinträchtigen. Entzieht man einem Kaninchen, nachdem vorher der Magenstrom geprüft wurde, aus der Carotis eine nicht zu geringe Menge von Blut, so ist der Erfolg stets eine Verminderung des ursprünglichen einsteigenden Stromes, der erst nach längerer Zeit wieder etwas zunimmt, ohne jedoch zunächst die frühere Stärke wieder zu erreichen.

Noch auffallender beeinflusst die völlige Absperrung der Blutzufuhr zum Magen durch Abklemmung der Aorta nach dem von Sigm. Mayer[1]) angegebenen Verfahren die Stärke des Schleimhautstromes.

1) Wiener akadem. Sitzungsber. LXXIX. III. Abth. 1879.

Fast unmittelbar mit der beginnenden Anaemie sinkt der Strom ganz ähnlich wie bei Vagusreizung rasch ab, um sich viel langsamer wieder zu erheben, wenn der Blutstrom freigegeben wird.

Es macht hier, wie bei dem vorigen Versuch keinen Unterschied, ob die Vagi am Halse vorher durchschnitten wurden oder nicht.

In beiden Fällen kann natürlich nicht davon die Rede sein, die beobachteten Wirkungen, welche den Einfluss der Blutcirculation auf die Stärke des Schleimhautstromes unzweifelhaft darthun lediglich den Veränderungen des Druckes in dem Gefässsystem des Magens zuzuschreiben, was im Beginn der Vagusreizung noch am ehesten gestattet sein dürfte, sondern man wird auch andersartigen Ernährungsstörungen der Gewebselemente hierbei eine ganz wesentliche Rolle zuschreiben müssen.

Auch die gleich zu besprechenden Dyspnoeversuche liefern in diesem Sinne kein eindeutiges Resultat. Ich bediente mich hierbei fast ausschliesslich curarisirter Kaninchen. Nach meinen Erfahrungen scheint das Curare an sich eine entschieden nachtheilige Wirkung auf den normalen einsteigenden Magenstrom zu äussern, die sich in minder störender Weise bei subcutaner Injection geltend macht, wobei die Resorption ganz allmählich erfolgt, als bei Einspritzen in die Vene. Ich habe wiederholt beobachtet, dass der anfangs sehr kräftige einsteigende Strom unmittelbar nach Injection von Curare-Lösung ins Blut nach einer ganz geringen und flüchtigen Steigerung stark abnahm und eventuell sogar umgekehrt wurde. Nach einiger Zeit (10—15 Min.) stellte sich dann die ursprüngliche Richtung wieder her. Auch hierbei dürfte das durch Curare bewirkte Absinken des Blutdruckes für die genannten Veränderungen des Schleimhautstromes wesentlich mit in Betracht kommen, wenngleich eine directe Wirkung des Giftes nicht ganz ausgeschlossen werden kann. Unter allen Umständen ist es zweckmässig, die Versuchsthiere, wenn sich Curare nicht ganz vermeiden lässt, nur eben bis zur Bewegungslosigkeit zu vergiften.

Wird dann nach doppelseitiger Vagusdurchschneidung die künstliche Ventilation ausgesetzt, so beginnt mit der Entwickelung der Dyspnoe alsbald eine zunächst verhältnissmässig geringe, bei Wiederholung des Versuches am selben Thier jedoch immer stärker werdende Zunahme des einsteigen-

den Magenstromes, so dass schliesslich trotz vorheriger annähernder Einstellung des Compensators die Scala aus dem Gesichtsfelde getrieben wird. Nach wenigen Secunden macht jedoch die erwähnte positive Schwankung einer negativen Platz, die nun die Scala nach der anderen Seite entfernt, auch wenn man den Compensator vorher auf Null stellte.

Bei Wiederbeginn der künstlichen Respiration wächst dann der Strom viel langsamer an, als er vorher sank und erreicht oft erst nach mehreren Minuten seine frühere Richtung und Stärke wieder.

Bei gleichzeitiger Verzeichnung des Blutdruckes am Kymographion zeigte sich nun, dass durchaus keine Coincidenz zwischen den Veränderungen des arteriellen Mitteldruckes und den Stromschwankungen besteht; im Gegentheil fand ich bei Beginn der dyspnoischen Blutdrucksteigerung in der Regel schon die negative Schwankung entwickelt, die auch noch andauerte, wenn der Blutdruck bei wiedereinsetzender künstlicher Athmung schon die normale Höhe erreicht hatte. Die positive Schwankung fällt etwa in die Zeit zwischen dem Beginn der Dyspnoe und dem ersten Ansteigen des Blutdruckes. Bei oft wiederholten Dyspnoeversuchen an einem und demselben Thier kann es schliesslich zu einer Umkehr des Stromes kommen, die auch bei lange fortgesetzter künstlicher Ventilation nicht wieder verschwindet.

Auch unter diesen Umständen macht sich aber bei jedesmaligem neuem Aussetzen der künstlichen Athmung anfangs eine positive Schwankung im Sinne des normalen einsteigenden Schleimhautstromes bemerkbar, oft so stark, dass die Scala aus dem Gesichtsfelde getrieben wird.

Man könnte auf Grund dieser Erfahrungen geneigt sein, anzunehmen, dass ein Theil der galvanischen Folgewirkungen der Dyspnoe nicht sowohl auf den begleitenden Aenderungen des allgemeinen Blutdruckes als vielmehr auf die örtlichen durch die zunehmende Venosität des Blutes bedingte Veränderungen der betreffenden Gewebselemente zurückzuführen ist. Doch muss schon hier auf den gerade für die vorliegenden Versuche wichtigen Unterschied zwischen lokalen und allgemeinen Aenderungen des Druckes hingewiesen werden. Wenn durch Dyspnoe das vasomotorische Centrum gereizt wird und dabei der Aortendruck ansteigt, so geht dies natürlich Hand in Hand mit einem Sinken des

Druckes in den kleineren Arterien und Capillaren vieler peripherer Organe und speciell der Eingeweide, deren Gefässe sich stark verengen. Es könnte daher die Abnahme der Stromkraft im Verlauf der Dyspnoe ganz wohl das Resultat des Zusammenwirkens der örtlichen Verminderung des Blutdruckes einerseits, der zunehmenden Venosität des Blutes andererseits sein.

Aehnliches gilt auch noch von einem anderen Versuche, bei welchem es ebenfalls zu ausserordentlich ausgeprägten Schwankungen des Aortendruckes kommt. Unterbindet man die 4 zum Kopfe aufsteigenden Arterien beim Kaninchen, so lassen sich eine grosse Reihe interessanter, zuerst von Kussmaul und Tenner und dann insbesondere von Sigm. Mayer[1]) studirte Erscheinungen beobachten, von denen uns hier besonders die enorme Blutdrucksteigerung interessirt.

In Bezug auf die Beschreibung der Methode kann ich mich kurz fassen. Nach vorhergehendem Curarisiren und doppelseitiger Vagusdurchschneidung wird die Art. subclavia sinistra fest ligirt, während die Carotis derselben Seite mit dem Manometer verbunden wird. Man hat dann nur nöthig, den truncus brachiocephalicus durch eine Klemmpincette zu schliessen, um sofort eine vollständige Hirnanaemie herzustellen.

„Unmittelbar an die Compression des truncus schliesst sich, wie S. Mayer beschreibt, ein Ansteigen des arteriellen Druckes um etwa 20—30 mm Quecksilber an. Diese Drucksteigerung ist die Folge des mechanischen Verschlusses eines sehr geräumigen Gefässrohres."

„Wenn man nun die Compression nach 4—6 Sekunden nicht löst, so zeigt alsbald das Manometer ein weiteres Phänomen, welches durch seine Mächtigkeit und die ausserordentliche Regelmässigkeit, mit der es eintritt, überrascht. Während nämlich das Thier vollständig regungslos daliegt und der respiratorische Gaswechsel regelmässig künstlich unterhalten wird, beginnt der Blutdruck mächtig in die Höhe zu gehen. Nach 10—30 Sekunden kann der Druck einen Werth erreichen, welcher öfters den vor der Compression gemessenen um mehr als das Doppelte übersteigt."

Bei lange dauernder Compression (5—10 Min.) tritt dann in

1) Wiener akadem. Sitzungsber. LXXIII. III. Abth. 1876.

Folge functionellen Todes des vasomotorischen Hirncentrums eine enorme Druckverminderung ein.

Es war von vorneherein zu erwarten, dass im Verlaufe eines derartigen Versuches die galvanischen Wirkungen des Magens sich in ähnlicher Weise ändern würden, wie dies auch bei einer Dyspnoe der Fall ist. In der That zeigte der Magenstrom, welcher in gewöhnlicher Weise abgeleitet wurde, gleich nach Anlegen der Klemme eine geringe positive Schwankung und fiel dann sehr rasch ab. Zur Zeit, wo der Blutdruck seine grösste Höhe erreicht hatte, war der Strom in der Regel schon verkehrt (aussteigend) geworden. Wurde, bevor noch eine dauernde Schädigung des Centrums eingetreten war, die Klemme gelöst, so erreichte der Blutdruck rasch wieder seinen normalen Stand, der Strom dagegen braucht längere Zeit, um seine ursprüngliche Stärke wieder zu erlangen. Blieb aber die Klemme so lange liegen, bis eine Lähmung des vasomotorischen Centrums eingetreten war, so dass der Blutdruck weit unter der Norm blieb, so wurde die Richtung des Stromes zwar auch in diesem Falle allmählich wieder normal einsteigend, doch erreichte derselbe nicht annähernd seine frühere Stärke, sondern lieferte nur einen Ausschlag des Magneten von wenig Scalentheilen.

Man muss hier zweierlei auseinanderhalten, einmal die Verstärkung des Stromes, die etwa mit der ersten mechanischen Blutdrucksteigerung coincidirt, und dann die starke negative Schwankung, welche der zweiten viel beträchtlicheren Blutdrucksteigerung etwas vorausgeht.

Ohne hier auf die möglichen Ursachen jener anfänglichen Verstärkung des Schleimhautstromes näher einzugehen, dürfte doch die Uebereinstimmung sowohl der positiven wie der negativen Schwankung mit den gleichen Erscheinungen bei der Dyspnoe unzweifelhaft sein. Handelt es sich doch in beiden Fällen um eine Erregung des vasomotorischen Centrums, deren Folgen, soweit nur die Verhältnisse des Druckes und der Geschwindigkeit des Blutstromes in der Magenwand in Betracht kommen, kaum erhebliche Verschiedenheiten bieten dürften. Dagegen muss allerdings berücksichtigt werden, dass in einem Falle zugleich auch das Blut venösen Charakter annimmt, was bei anämischer Reizung und künstlicher Ventilation nicht geschieht. Es scheint mir hierin ein beachtenswerther Hinweis darauf zu liegen, dass auch die galva-

nischen Folgewirkungen der Dyspnoe nicht sowohl durch den veränderten Gasgehalt des Blutes in der Magenschleimhaut bedingt werden, sondern eher den begleitenden örtlichen Druckänderungen zuzuschreiben sind. Dies dürfte wenigstens mit Wahrscheinlichkeit für die negative Schwankung in beiden genannten Fällen gelten. Leider ist es nicht gut möglich, eine lokale Drucksteigerung in einwandfreier Weise herbeizuführen.

Man konnte daran denken, dieses Ziel durch eine bedeutende Vermehrung der Blutmenge etwa durch Transfusion oder intravenöse Injection von physiologischer Kochsalzlösung zu erreichen. Dabei wurde allerdings die Aussicht auf einen günstigen Erfolg erheblich durch die bekannte Erfahrung geschmälert, dass die Einführung selbst sehr bedeutender Flüssigkeitsmengen in das Gefässsystem den arteriellen Druck nur in sehr geringem Grade beeinflusst, indem Regulirungsvorrichtungen in Wirksamkeit treten, durch welche eine rasche Anpassung des Gefässsystems an den vermehrten Inhalt bewirkt wird. Nichtsdestoweniger lieferten aber die Kochsalsinfusionen in anderer Richtung ein sehr interessantes Resultat. Durch die Untersuchungen von Cohnheim und Lichtheim[1]) ist es bekannt, dass selbst dann, wenn enorme Quantitäten von 0,6 %iger Kochsalzlösung in die V. jugularis von Kaninchen oder Hunden einfliessen, der Blutdruck stets nur unerheblich ansteigt und nur gerade hohe Normalwerthe erreicht. „Von einem Ansteigen, das in bestimmter Beziehung zu den infundirten Flüssigkeitsmengen gestanden hätte, war keine Rede. Erhebliche Drucksteigerungen im Verlaufe eines Versuches fanden sich nur dann, wenn der Anfangsdruck aussergewöhnliche Werthe gezeigt hatte; dann hatte die Flüssigkeitsinfusion ein rasches Ansteigen des Blutdruckes bis zu der mittleren Druckhöhe zur Folge.“ Viel wesentlicher als die Druckänderungen ist dagegen bei allen derartigen Versuchen die gleichzeitige hochgradige Beschleunigung des Blutstromes, die sich durch mikroskopische Untersuchung sowohl beim Frosch wie bei Warmblütern leicht erweisen lässt. „Bei Fröschen, denen in das untere Ende der Bauchvene eine 0,5 %ige Kochsalzlösung infiltrirt worden, hat es keine Schwierigkeit, die Strombeschleunigung in den Gefässen des Mesenteriums, der Zunge oder der Schwimmhaut direkt unter dem Mikroskop zu

1) Virchows Archiv. Bd. 69.

constatiren;“ und in ähnlicher Weise gelingt dies auch am Mesenterium von Säugethieren.

Mehr noch als die Beschleunigung des Blutstromes dürfte jedoch die Verdünnung des Blutes und der gesteigerte Wassergehalt in Betracht kommen, wodurch tiefgreifende Ernährungsstörungen in den Geweben bedingt werden, was sich unter Anderem durch das Auftreten von reichlichen Transsudaten in verschiedenen Organen und insbesondere auch im Magendarmtractus verräth. Aus dem Magen entleert sich, wie auch Cohnheim und Lichtheim fanden, nach reichlicherer Infusion von Kochsalzlösung häufig eine grosse Flüssigkeitsmenge, während die Schleimhaut manchmal bis auf eine Dicke von 2 Centimetern anschwillt, und der Darm prall gefüllt ist.

Ich nahm die Injection gewöhnlich in der Weise vor, dass in die eine Jugularvene eine Canüle eingebunden wurde, an welcher ein langer Schlauch befestigt war, der an seinem anderen Ende mit einem Trichter in Verbindung stand. Die ganze Einrichtung wird, wie bekannt, in der praktischen Medizin schon seit lange zur subcutanen Infusion benutzt und erweist sich als durchaus zweckentsprechend, da man es in der Hand hat, den Druck unter dem die Lösung einfliessen soll, beliebig und rasch zu variiren.

Durch eine an den Gummischlauch angelegte Klemme kann man den Ausfluss jeden Augenblick unterbrechen. Die in die Vene eingebundene Canüle muss an ihrer engsten Stelle mindestens einen Durchmesser von 3 mm haben, da sonst das Einfliessen nur sehr langsam erfolgt und leicht durch Gerinnung vollständiger Verschluss des Lumens eintritt.

Es ist wesentlich, darauf zu achten, dass die Infusion nicht zu rasch erfolgt, da sonst leicht der Tod durch Herzschwäche eintritt. Auch ist Lufteintritt in die Vene sorgsam zu vermeiden.

Schon kurze Zeit nach Beginn der Kochsalzinfusion zeigt sich bei Kaninchen eine starke Zunahme des einsteigenden Magenstromes, der im weiteren Verlauf des Versuches immer mehr wächst und oft ganz ungewöhnliche Grade erreicht, so dass nach vorheriger Compensation der Spiegel wieder weit aus dem Bereiche des Gesichtsfeldes getrieben wird.

Unter sonst günstigen Verhältnissen gelingt es bisweilen bei resistenten Thieren mehr als $^1/_4$ des Körpergewichtes (bis 500 ccm)

Kochsalzlösung zu infundiren. Auf eine sehr auffallende Erscheinung möchte ich hier noch besonders hinweisen, welche bei diesen Versuchen stets deutlich zu beobachten war. Während, wie oben erwähnt wurde, bei normalen Thieren der Magenstrom nach dem Tode sehr rasch abnimmt und in kurzer Zeit aussteigend wird, zeigten die mit Kochsalzlösung behandelten Thiere noch sehr lange nach dem Tode einen starken einsteigenden Strom, der nur äusserst langsam abnahm, wenn der Magen vor rascher Abkühlung geschützt blieb.

Erst nach dem Herausschneiden bei beginnender Erkaltung tritt ein rascher Abfall des Stromes ein.

Selbst nach reichlicher Blutentziehung und dadurch bewirkter Schwächung des normalen Stromes wirkt Kochsalztransfusion immer noch in gleichem Sinne. Doch ist der erzielte Stromzuwachs dann nicht so beträchtlich, wie sonst unter normalen Verhältnissen.

Von Giftwirkungen sei schliesslich nur noch der Einfluss des Pilocarpins und des Amylnitrites erwähnt. Nach den Erfahrungen Biedermann's über die Wirkung des ersteren auf die electromotorischen Eigenschaften schleimabsondernder Zellen bei Kaltblütern hätte man vielleicht eine Zunahme des einsteigenden Magenstromes erwarten können. Indessen scheint der Einfluss der durch die Vergiftung bewirkten Blutdrucksenkung beim Warmblüter ausschlaggebend zu sein, indem regelmässig ein Absinken des Stromes bis fast auf Null erfolgt, wenn Pilocarpin in die Jugularvene injicirt wird. Dieselbe Wirkung hat auch das Einathmen von Amylnitrit.

Fassen wir schliesslich die thatsächlichen Ergebnisse der vorstehenden Untersuchung kurz zusammen, so ergibt sich im Wesentlichen Folgendes:

1) Der Strom der Magenschleimhaut ist sowohl bei Kalt- wie bei Warmblütern in der Regel einsteigend und je nach Umständen von sehr wechselnder Stärke. Beim Frosch hängt dieselbe vor Allem ab von der Beschaffenheit des Mageninhaltes und ist am grössten, wenn jener aus unverdaulichen, mechanisch reizenden Substanzen besteht. Der eigentliche Verdauungsprocess scheint den einsteigenden Schleimhautstrom eher zu vermindern als zu steigern.

2) Entsprechend der grossen Resistenz der Gewebe der Kaltblüter gegen Veränderungen des normalen Stoffwechsels, insbeson-

dere Unterbrechung der Blutzufuhr, bleibt auch die electromotorische Wirkung des Magens beim Frosch stundenlang nach dem Ausschneiden des Organs unverändert erhalten, nimmt dagegen beim Warmblüter ausserordentlich rasch nach dem Tode ab, wobei sich der ursprüngliche, einsteigende Strom zunächst umkehrt.

3) Reizung des N. vagus bewirkt beim Frosche (auch nach Aufhören der Circulation) eine nicht sehr ausgeprägte, positive Schwankung des Stromes, während beim Warmblüter unter gleichen Umständen nach einem flüchtigen positiven Vorschlag eine sehr starke (bis zur Umkehr des Stromes gehende) n e g a t i v e Schwankung den regelmässigen Erfolg bildet; der ursächliche Zusammenhang dieser Wirkung mit der durch die Vagusreizung bedingten Verlangsamung des Herzschlages beziehungsweise damit verknüpften Blutdrucksenkung lässt sich leicht erweisen. Vorgängige Atropinvergiftung hebt die Wirkung sofort auf.

4) Analog der Vagusreizung wirkt beim Säugethier auch starke Blutentziehung sowie gänzliche Absperrung der Blutzufuhr (Abklemmen der Aorta), oder Vergiftung mit Pilocarpin, Amylnitrit, Chloral, Curare.

5) Dyspnoische oder anaemische Reizung des vasomotorischen Hirncentrums bewirkt auch nach doppelseitiger Vagusdurchschneidung zunächst eine positive Schwankung des Schleimhautstromes, welcher dann alsbald eine stärkere negative folgt.

6) Eine künstlich durch Kochsalzinfusion erzeugte hydrämische Plethora bringt eine selbst nach dem Tode noch längere Zeit andauernde Verstärkung des Schleimhautstromes hervor.

Was nun die Deutung der vorstehend mitgetheilten Thatsachen anlangt, so muss zugegeben werden, dass die Versuche selbst noch nach mancher Richtung hin einer Erweiterung bedürften, ehe man sich berechtigt halten könnte, eine umfassende theoretische Erklärung der Erscheinungen zu wagen. Nichtsdestoweniger aber dürfte es doch am Platze sein, wenigstens auf einige Punkte hinzuweisen, welche mit Rücksicht auf die an anderen drüsigen Theilen gewonnenen Erfahrungen so zu sagen die Richtung zeigen, in welcher eine Erklärung zu suchen sein wird.

Die weitgehende Uebereinstimmung, welche hinsichtlich der electromotorischen Eigenschaften der Magenschleimhaut des Frosches mit dem entsprechenden Verhalten der Zunge sowie der Rachen- und Cloakenschleimhaut besteht, vor Allem aber der Umstand, dass

alle die Schleimsecretion fördernden Momente zu einer oft ganz ausserordentlich bedeutenden Steigerung der einsteigenden Stromkraft führen, scheint sehr entschieden darauf hinzuweisen, dass die electromotorischen Wirkungen, wenn auch nicht allein, so doch in erster Linie von den Schleim secernirenden Elementen des Magens, d. h. dem Oberflächenepithel, abhängen. Ob und inwieweit auch die eigentlichen Verdauungsdrüsen dabei betheiligt sind, wird sich vielleicht durch eine genauere Untersuchung der den Verdauungsvorgang beim Warmblüter begleitenden Veränderungen der electromotorischen Wirkungen entscheiden lassen.

Jedenfalls liegt aber zur Zeit nicht der geringste Grund vor, im Sinne der bisherigen Auffassung die „Labdrüsen" des Magens für den Strom der Schleimhaut allein verantwortlich zu machen.

Es ist dies um so weniger der Fall, als sich ganz regelmässig ein sehr bedeutender quantitativer Unterschied der electromotorischen Wirksamkeit des Magens und Darmes herausstellt, der nicht recht verständlich sein würde, wenn, wie man doch wohl voraussetzen müsste, die zahlreich vorhandenen Schlauchdrüsen der Darmschleimhaut ebenso electromotorisch wirksame Gebilde wären, wie man dies von den Magendrüsen angenommen hat.

Dagegen wird die Differenz leicht verständlich, wenn man die geringe Zahl schleimproducirender Becherzellen im einen, die continuirliche Oberflächenlage solcher Elemente im andern Falle berücksichtigt.

Durch die Versuche von Biedermann an ein- und mehrzelligen Schleimdrüsen von Kaltblütern ist es höchst wahrscheinlich geworden, dass der eine der beiden stromerzeugenden Processe, als deren Sitz jede einzelne Zelle aufzufassen sein würde und zwar derjenige, welcher mit der Entwickelung von negativer Spannung verknüpft ist, der Wasserabsonderung entspricht, indem alle Momente, welche diese zu steigern geeignet sind, auch eine Verstärkung des einsteigenden Stromes bedingen.

In ganz unerwarteter Weise scheint diese Anschauung durch die früher erwähnten Erfahrungen am Magen der Warmblüter gestützt und bestätigt zu werden.

In diesem Sinne wenigstens glaube ich den so ausserordentlich auffallenden Einfluss von Blutdruckänderungen auf die Stärke des Magenstromes deuten zu dürfen. Dass die Wasserabsonderung drüsiger Organe, abgesehen von anderen Momenten, auch wesent-

lich mit vom jeweiligen Drucke abhängt, kann nicht bezweifelt werden, und so könnte es höchstens überraschen, dass beim Frosch weder Vagusreizung noch auch das gänzliche Aufhören der Circulation eine ähnliche Wirkung auf die electromotorischen Eigenschaften des Magens ausübt, wie es erfahrungsgemäss beim Säugethier der Fall ist, wo schon ein verhältnissmässig geringfügiges Absinken des Druckes in den Magengefässen zu einer sehr ausgeprägten negativen Schwankung des einsteigenden Stromes führt.

Indessen wird dies begreiflich, wenn man die ungleich grössere Widerstandsfähigkeit der Froschgewebe gegen alle wie immer gearteten Schädlichkeiten berücksichtigt. Werden daher in Folge einer Verminderung des Druckes in den Gefässen der Magenschleimhaut die Bedingungen für die Wasserabsonderung ungünstiger, so muss eine negative Schwankung erfolgen, wenn, wie man anzunehmen berechtigt ist, die jeweils vorhandene Spannungsdifferenz als Resultirende von zwei antagonistischen electromotorischen Vorgängen aufgefasst werden kann, deren einer überwiegt, sobald überhaupt ein Strom vorhanden ist. Darauf scheint unter Anderem auch der Umstand hinzuweisen, dass unter normalen Verhältnissen nach dem Tode des Thieres, wie immer auch derselbe erfolgen mag, ein rasches Absinken und darauf folgende Umkehr des Stromes die Regel ist. Es scheint hiernach die Abnahme des Blutdruckes beim Warmblüter ähnlich zu wirken wie starke Abkühlung auf die Schleimdrüsen des Kaltblüters, indem, wenn dieser Ausdruck gestattet ist, der negative Process in beiden Fällen rascher abnimmt, als der entgegengesetzte positive.

Von diesem Gesichtspunkte aus erklären sich nun nicht nur leicht die übereinstimmenden Wirkungen der Vagusreizung, stärkerer Blutentziehungen, sowie aller eine Druckverminderung bedingenden Gifte (Amylnitrit, Pilocarpin, Chloral, Curare u. s. w.), sondern auch der spätere Erfolg dyspnoescher oder anämischer Reizung des vasomotorischen Hirncentrums. Ueber die Ursache der in diesen Fällen vorausgehenden positiven Schwankung des Schleimhautstromes bin ich leider zur Zeit nicht in der Lage, eine begründete Vermuthung zu äussern.

Möglich wäre es immerhin, dass es sich hier um eine Wirkung centraler Reizung secretorischer Nerven, die dann allerdings nicht im Vagus verlaufen würden, handelt, da der Erfolg auch nach doppelseitiger Vagusdurchschneidung beobachtet wird.

Eine weitere und wie mir scheint sehr wichtige Bestätigung der hier vertretenen Anschauungen bezüglich der eigentlichen Ursache des normalen einsteigenden Magenstromes ist durch das Resultat der Kochsalzinfusionen gegeben. Hier lässt sich die unter Umständen enorm verstärkte Wasserabsonderung von Seite der Magenschleimhaut direkt beobachten, und wenn dem entsprechend ungeachtet der hochgradigen Verdünnung des Blutes und der dadurch veranlassten schlechteren Ernährung der Gewebe die electromotorischen Wirkungen der Schleimhaut im Sinne des normalen einsteigenden Stromes in so gewaltigem Grade zunehmen, wie ich dies wiederholt in solchen Fällen beobachtet habe, so wird man sich füglich nicht wohl eine andere Vorstellung bilden können, als die, dass die beobachtete Spannungsdifferenz und die verstärkte Wasserabsonderung in einer ursächlichen Beziehung zu einander stehen. Es eröffnet sich hier, wie man sieht, auch ein Weg, um der Untersuchung gewisser Fragen über Wasseraufnahme und Abgabe von Seiten des Magens, welche durch neuere Beobachtungen von Mehring[1]) angeregt wurden, mittels einer Methode näher zu treten, welche an Empfindlichkeit gewiss alle übrigen weit übertreffen würde. In dieser Beziehung, sowie über den Einfluss der Verdauung auf die elektromotorischen Wirkungen des Magens der Säugethiere und des Menschen behalte ich mir weitere Mittheilungen vor.

Zum Schlusse meiner Arbeit gestatte ich mir, Herrn Prof. Dr. Biedermann für die Anregung zu dieser Arbeit, sowie für die liebenswürdige Unterstützung meinen besten Dank auszusprechen.

1) Verhandl. des Congr. für innere Medicin 1893.

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.